



**Marta Filipa da Costa
Pereira**

**Análise e Melhoria do Processo de Planeamento e
Controlo da Produção na Exatronic**



**Marta Filipa da Costa
Pereira**

**Análise e Melhoria do Processo de Planeamento e
Controlo da Produção na Exatronic**

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Ramos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

“Falhar em planejar é planejar para falhar”
Benjamin Franklin

o júri

presidente

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
professor associado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José Luís Cabral Moura Borges
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à minha orientadora Ana Luísa Ramos pela disponibilidade, conselhos e apoio dado no desenvolvimento deste projeto.

Agradeço à Engenheira Sónia Martins e ao Engenheiro Nuno Gomes, meus orientadores e superiores na empresa, pela compreensão, paciência, incentivos, palavras de apoio e acima de tudo pela partilha de conhecimento.

A todos os membros da Exatronic pelo apoio e rápida resposta sempre que necessária e agradeço ainda, apesar de todos os caminhos aconselhados, nunca terem colocado entraves e me darem a liberdade necessária para a execução deste projeto. Um obrigada especial à Andreia Santos e à Eng. Marina Bastos pelas dicas e pela ajuda na revisão final.

Aos meus pais por todo o apoio ao longo deste percurso académico.

À minha irmã, cunhado e afilhado que mesmo longe estão sempre presentes em todos os momentos cruciais.

Ao Mário, pela paciência, pelo amor e carinho demonstrado nos momentos mais complicados na fase final do projeto.

A todos os meus amigos, que com as suas palavras de incentivo foram dando força para que o barco chegasse a bom porto. Um obrigado especial a aqueles que nas últimas semanas foram o verdadeiro pilar.

Um obrigada a todos!

palavras-chave

Dashboard, Estudo de tempos, Indicador de desempenho, Planeamento e Controlo da Produção

resumo

O presente projeto, realizado na empresa Exatronic, surgiu da necessidade de colmatar a falta de informação para a realização do planeamento da produção, nomeadamente, a inexistência de tempos-padrão para os diversos artigos produzidos. Por falta de dados o planeamento não era rigoroso nem eficaz, portanto não era exequível uma produção organizada e consciente das falhas e progressos.

Com o desenvolvimento deste projeto pretendeu-se desenvolver ferramentas, fáceis e intuitivas, de forma a facilitar o trabalho do planeador no sentido de cumprir os prazos acordados com o cliente sem esquecer a qualidade do produto e a sustentabilidade da empresa. O método utilizado teve como primeira etapa o conhecimento da realidade tendo por base os registos existentes. De seguida foram criados *templates* ajustados ao objetivo e explicado aos operadores as melhorias dos mesmos. E por fim a criação de tabelas em formato *Microsoft Excel* que conseguem interligar todas as variáveis de forma a indicar a rentabilidade da produção. Não menos importante a comunicação entre a direção e os restantes colaboradores através do *dashboard*.

Aos dias de hoje a Exatronic está a utilizar as ferramentas desenvolvidas. O *feedback* quer da administração, quer dos utilizadores é bastante positiva. Tem sido gratificante o desafio para melhoria contínua desta ferramenta, evoluindo para a solução de outros problemas.

keywords

Dashboard, Key Performance Indicators, Time Study, Production Planning and Control

abstract

This project, developed in Exatronic, arise from the need to fill the lack of information related to production planning, namely, the nonexistence of standard time for the items production. Due to the lack of data, the planning was not strict or effective, resulting in to a non-organized production, unaware of failures and progress

The aim of this project is to develop easy and intuitive tools, that help the planner to meet the deadlines agreed with the customer preserving the quality of the products and ensuring the sustainability of the company. The elaboration of this project has as its first stage, the knowledge of reality based on existing records. Finally, Microsoft Excel templates were created to link and analyse all variables, indicating the profitability of production. No less important is the communication between the managers and the remaining employers through the dashboard.

Nowadays, Exatronic is using the created tools. The feedback from the managers and users is very positive. It has been gratifying the challenge for continuous improvement of this tool, evolving to the solution of other problems.

Índice

1. Introdução	3
1.1. Enquadramento	3
1.2. Objetivos e Metodologia	3
1.3. Estrutura do documento.....	4
2. Enquadramento teórico	7
2.1. Planeamento e Controlo da Produção (PCP).....	7
2.2. Sistemas de Informação	8
2.3. Estudo de tempos.....	10
2.4. Indicadores de desempenho.....	15
3. Projeto.....	17
3.1. Apresentação da empresa.....	17
3.2. Análise da situação inicial.....	21
3.3. Soluções desenvolvidas	22
3.3.1. Estudo de tempos	22
3.3.2. Folha de Objetivos	31
3.3.3. Relatórios de fim de produção.....	31
3.3.4. Funcionamento do Sistema desenvolvido para apoio ao Planeamento da Produção.....	32
3.3.5. <i>Indicadores de desempenho e dashboard</i>	37
4. Conclusão	41
4.1. Conclusões finais.....	41
4.2. Desenvolvimentos futuros.....	42
5. Referências	45

Índice de figuras:

Figura 1: Exemplo dos vários módulos possíveis de integrar no ERP (adaptado de Stevenson (2015)).....	10
Figura 2: Organigrama da empresa.....	18
Figura 3: Layout da área produtiva	19
Figura 4: Sequências do processo produtivo	21
Figura 5: Folha de Produção (versão inicial).....	23
Figura 6: Template sugerido para registo de tempos.....	25
Figura 7: Questionário distribuído aos trabalhadores.....	29
Figura 8: Objetivos de produção para o produto Quirina.....	31
Figura 9: Relatório de fim de produção.....	32
Figura 10: Template criado para introdução de dados.....	34
Figura 11: Folha de cálculo “Encomendas de cliente”	35
Figura 12 - Base de Dados "Árvore do produto"	35
Figura 13: Estatísticas mensais	36
Figura 14: Dashboard de produção	38

Índice de tabelas:

Tabela 1: Valores típicos considerados para a fadiga, adaptado de Peinado & Graeml (2007).....	14
Tabela 2: Gama operatória.....	20
Tabela 3: Lista de tarefas aplicáveis ao produto Quirina.....	28
Tabela 4: Tempo médio cronometrado para as distintas tarefas.....	28
Tabela 5: Percentagens atribuídas pelos operadores relativamente à fadiga	30

1. Introdução

O projeto em causa foi desenvolvido na empresa Exatronic, Lda., empresa do ramo da indústria Eletrónica e teve como principal objetivo desenvolver ferramentas e reunir informações que permitam um melhor controlo da produção e o seu respetivo planeamento.

1.1. Enquadramento

O presente projeto visou o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o Planeamento e Controlo da Produção (PCP) na empresa Exatronic, Lda.

Num Mundo cada vez mais global, as empresas que pretendam sobreviver aos desafios lançados pelos mercados atuais, necessitam de se adaptar aos ambientes em constante mudança. Assim, na Era da Globalização, o paradigma comercial e industrial está em constante alteração e para garantir o sucesso de qualquer ideia ou negócio é crucial a adaptação a novas realidades, a novos mercados e novas formas de atuação. Para alcançar o sucesso, as empresas devem apostar em sistemas de gestão integrados e na reengenharia dos seus processos e dos seus sistemas produtivos, com vista à melhoria contínua. Desta forma, o *know-how* dos seus colaboradores, torna-se um agente essencial na melhoria contínua.

Dada a atualização dos mercados, cada vez mais competitivos, o projeto em causa pretende fornecer as ferramentas essenciais para o melhoramento dos processos de controlo e planeamento internos na empresa Exatronic, Lda.

1.2. Objetivos e Metodologia

O objetivo deste projeto passou por colmatar a necessidade de gestão quase-automática das gamas operatórias. Verificou-se que, aquando do início do projeto, esta era efetuada de forma manual recorrendo a várias folhas de cálculo que se encontravam dispersas nos computadores dos vários trabalhadores. A partir das informações e métodos já existentes, ou ausência deles, procurou-se implementar uma nova forma de gestão que permitisse à empresa de forma rápida e célere uma melhor adaptação à Indústria 4.0. A estratégia encontrada foi a criação de uma base de dados interna com informações úteis e cruciais para o desenvolvimento do planeamento.

A execução deste trabalho teve também como fator motivador a possibilidade de, através de uma melhoria na produtividade da empresa, contribuir para uma maior competitividade e sustentabilidade, ao mesmo tempo contribuindo de forma favorável para a economia do país.

Assim, numa primeira fase, e após o diagnóstico, decidiu-se criar uma base de dados com tempos médios de produções de referências antigas (mas ativas) e testar estes tempos à medida que novas produções fossem surgindo. Paralelamente a esta recolha de dados baseada no histórico da empresa (registos manuais) foi-se desenvolvendo uma base de dados com informações sustentáveis e de apoio ao planeamento tais como:

- Matriz de competências, tendo por base a gama operatória existente e quais os operadores com qualificações para as operacionalizar (com vista à qualificação e desenvolvimento de competências necessárias à função);
- Identificação das horas efetivas disponíveis, contabilizando as férias e feriados por trabalhador e competências;
- Cálculo da capacidade instalada e efetiva da organização;
- Caracterização da capacidade instalada e efetiva por máquina / operador;
- Elaboração de uma folha de cálculo que, com base nas encomendas recebidas, quantidades e prazos de entrega, calcula a disponibilidade mensal ainda existente das linhas de produção. Em caso de sobrecarga, antecipadamente, conseguem-se tomar decisões que permitam corrigir falhas, como por exemplo: efetuar horas extras, renegociar prazo de entrega da encomenda ou a necessidade de implementar mais turnos (atualmente a empresa funciona com três turnos e está em produção 13 horas por dia, 5 dias por semana).

A utilização desta base de dados torna-se, assim, transversal às várias áreas da empresa, que de forma simplista conseguirão entender o foco das necessidades (negociação, recursos humanos).

1.3. Estrutura do documento

O presente relatório encontra-se dividido em quatro capítulos.

No primeiro capítulo, na Introdução, encontra-se uma breve descrição do projeto bem como os seus objetivos e qual metodologia utilizada na sua realização.

No segundo capítulo é efetuado um enquadramento teórico sobre as temáticas do Planeamento e Controlo da Produção (PCP), sistemas de informação, estudo dos tempos, e ainda indicadores de desempenho/*dashboard*.

No terceiro capítulo é apresentado e discutido o projeto desenvolvido. Inicia-se por uma apresentação da empresa, o seu processo produtivo e uma análise à situação com a qual nos deparamos no início do projeto. Após este breve enquadramento são apresentadas as várias soluções e desenvolvidas ao longo do projeto.

No quarto capítulo são apresentadas as conclusões e sugeridas melhorias.

2. Enquadramento teórico

A inovação, hoje em dia, é sinónimo de progresso e modernização em todas as áreas. É desta inovação e modernização que surge o conceito da Indústria 4.0, também conhecida pela quarta revolução industrial. O uso das tecnologias de informação e comunicação na indústria começou em 1970, no entanto, em 2011 surgiu o conceito da Indústria 4.0. Este conceito une sistemas *ciber-físicos*, virtualiza o chão de fábrica, aposta na descentralização e permite que em tempo-real todos os dados do chão de fábrica sejam analisados (Mrugalska & Wyrwicka, 2017).

2.1. Planeamento e Controlo da Produção (PCP)

Nos dias de hoje as organizações industriais têm que constantemente desenvolver e melhorar os seus produtos. Os processos produtivos que possuem têm que ser facilmente adaptados uma vez que a quantidade das encomendas, o volume e a variedade das mesmas sofre constantes alterações. Existem variados métodos relacionados com o Planeamento e Controlo da Produção (PCP), sendo estes utilizados no auxílio da dita reengenharia dos processos que motiva a constante alteração do planeamento (Cichos & Aurich, 2016).

Planear é identificar quais serão as medidas a tomar, encontrando a melhor forma de afetar os meios de produção às atividades a executar e qual o melhor calendário para o fazer, de tal modo que as condicionantes existentes não sejam impeditivas para o alcance dos objetivos. Para isso, é essencial primeiro pensar, observar e definir as prioridades necessárias e que vão ao encontro desses objetivos.

Para planear é necessária a recolha de todas e das mais variadas informações, conhecer os objetivos da empresa e ser flexível quando ocorram falhas, bem como ser capaz de as antecipar, de forma a minimizar os riscos (atrasos nas entregas, desperdícios de recursos e matéria-prima).

A programação da produção, também conhecida por *production scheduling* é uma das atividades mais importantes do PCP. É através desta tarefa que as empresas são capazes de se manter competitivas nos mercados consumidores. A finalidade desta tarefa é garantir a satisfação do cliente ao mesmo tempo que zela pelo bom funcionamento do sistema, conseguindo, desta forma, satisfazer um grande número de objetivos. Para isso, o responsável pelo *scheduling* terá que utilizar de forma eficiente os recursos existentes, reduzir os custos de produção, sem nunca pôr em causa a entrega dos produtos nas datas acordadas (Fuchigami & Rangel, 2017), nem negligenciar a qualidade dos produtos.

Para o responsável pelo planeamento poder executar as suas funções tem de possuir todas as informações possíveis e disponíveis, nomeadamente a disponibilidade de *stocks*, quais as tarefas que cada colaborador pode executar e em quais têm melhor performance, quais os equipamentos que necessitam de manutenção e qual a melhor hora para parar a produção e efetuar a mesma. Em suma, o responsável pelo planeamento tem que recolher informações dos mais diversos departamentos, e com base nisso, e sem “meros palpites ou suposições” fazer as melhores escolhas, de forma a garantir que os objetivos da empresa estão a ser cumpridos (Peinado & Graeml, 2007).

O Planeamento e Controlo da Produção (PCP) tem um papel fundamental na competitividade de uma empresa. É na tarefa de programação da produção que se concentram as decisões importantes a nível operacional, como a atribuição das prioridades de clientes às máquinas, ao processamento e expedição das encomendas de cliente (Landmann & Erdmann, 2011).

Para que uma organização industrial seja bem-sucedida, nos dias de hoje, deve apostar num sistema de Planeamento e Controlo da Produção (PCP) o mais eficiente possível. Ou seja, um sistema PCP eficaz deve ter uma base de dados com o máximo de informações possíveis e transversais às várias áreas da empresa, tendo como aspetos fulcrais os recursos-humanos e produtos produzidos. É neste campo que a maioria das pequenas e médias empresas encontram as suas lacunas. As empresas que apresentam estas falhas não têm sistemas de planeamento adequados às suas produções, e muito menos possuem a tecnologia necessária para que a recolha de informação seja feita em tempo útil para o PCP (Reuter, Brambring, Hempel, & Kopp, 2017).

2.2. Sistemas de Informação

Após a revolução industrial registou-se um rápido crescimento das organizações acarretando uma grande dificuldade em gerir um maior número de funcionários, de contabilizar a matéria-prima necessária para produzir as encomendas dos clientes e, manter um stock atualizado. Foi para dar resposta a estes problemas que foram desenhados os sistemas de informação computadorizados.

Numa organização existem vários sistemas complexos, como os sistemas responsáveis pelas compras, produção, distribuição, vendas, recursos humanos, finanças ou contabilidade, no entanto para que uma empresa consiga atingir os seus objetivos tem que interligar e centralizar os vários sistemas. O que acontece muitas vezes é que a informação circula

apenas dentro de um departamento e não flui entre departamentos (Stevenson, 2015), o que conduz à duplicação de tarefas, causando também inúmeros problemas de comunicação e a probabilidade de ocorrerem erros aumenta causando transtorno dentro da organização.

O primeiro sistema de informação desenvolvido para auxílio ao PCP (Planeamento e Controlo da Produção) foi o MRP (*Materials Requirement Planning*) e foi desenvolvido em 1960. Este sistema de informação distinguiu-se dos existentes da época, na medida em que tendo conhecimento da lista de materiais de cada produto, também denominada como BOM (*Bill of Materials*), do *stock* existente e do programa mestre da produção conseguia calcular automaticamente as necessidades de material existentes (Guerrini, Belhot & Junior, 2014).

Mais tarde, em 1970, surgiu a necessidade de um novo sistema de informação, este sistema ficou conhecido como MRP II (*Manufacturing Resource Planning*). Este sistema, como o nome indica, tem o objetivo de planear todos os recursos de uma indústria. Ao contrário do MRP que apenas calcula que quantidade de material é necessária e em que momento, o MRP II permite, além disto, saber quais os custos e o tempo de execução que cada tarefa representa na gama operatória de cada produto. O principal papel deste sistema de informação é fornecer informações e quais os *inputs* necessários aos responsáveis pelo planeamento, vendas e finanças para que estes tomem decisões sustentadas.

O ERP (*Enterprise Resource Planning*) é um sistema de informação que interliga a informação já dada pelo MRP e que permite às organizações automatizar e integrar os seus processos, ao mesmo tempo que estes são partilhados com toda a empresa e toda a informação pode ser analisada em tempo real. O objetivo deste tipo de sistemas é integrar toda a informação da empresa num só espaço. Desta forma, todos os departamentos e áreas funcionais de uma empresa utilizam um único sistema de informação que centraliza toda a informação acerca de clientes, fornecedores, produtos, qualidade, produção e planeamento (Heizer & Render, 2011).

Como todos os sistemas, o ERP tem as suas vantagens e desvantagens. São vários os autores que as identificam, como Heizer & Render (2011), Stevenson (2015) ou Kanellou & Spathis (2013) que compilou no seu artigo a opinião de vários autores.

Vantagens do ERP

- Integra no mesmo sistema aplicações utilizadas a nível financeiro, produção, logística e vendas;
- Melhora os processos já existentes;
- Auxilia os processos de decisão;

- Pode dar uma estratégia vantajosa sobre empresas concorrentes;
- Melhora a comunicação e a qualidade da informação disponibilizada dentro da organização;
- Funciona por módulos o que permite que as organizações apenas adquiram os módulos que melhor se adaptam às suas necessidades. A Figura 1 mostra alguns exemplos dos vários módulos possíveis de integrar no ERP.



Figura 1: Exemplo dos vários módulos possíveis de integrar no ERP (adaptado de Stevenson (2015))

Desvantagens do ERP

- Os custos de aquisição e customização são altos;
- A sua implementação obriga a mudanças na organização e nos seus processos;
- Tem uma complexidade elevada o que leva a que muitas empresas não sejam capazes de se adaptar;

2.3. Estudo de tempos

A competitividade tem sido um elo motivador para as organizações desenvolverem os seus processos com foco na sustentabilidade e no crescimento. Estes processos, por sua vez, baseiam-se na redução dos custos visando a entrega de produtos com excelente qualidade, a custos razoáveis aos clientes (Simchack & Martins, 2011). Para uma empresa se conseguir

destacar dos seus concorrentes terá que apostar na redução dos tempos de entrega e nos custos dos seus produtos, nunca descurando a qualidade dos mesmos. Para conseguir atingir estes três objetivos é fundamental uma análise detalhada aos tempos, movimentos e métodos dos seus operadores para cada tarefa que desempenham. É, portanto, um grande investimento para qualquer organização, sobretudo, se até então o seu foco não se centralizava nas questões acima mencionadas.

O estudo de tempos tem como finalidade determinar a quantidade de tempo necessária para um operador desempenhar determinada tarefa. Esta informação é essencial para o planeamento da produção, nomeadamente para a alocação de recursos humanos às tarefas, para estimar os custos de mão de obra, para programar a produção e ainda para definir objetivos e incentivos para os operadores. Do ponto de vista dos operadores, estes tempos funcionam como um incentivo, pois tendo conhecimento dos mesmos, sabem qual o resultado que a empresa espera do seu trabalho, além da motivação e realização pessoal que decorre de conseguirem realizar a tarefa no tempo esperado, ambicionando sempre a sua melhoria. O tempo padrão é o tempo esperado para que um operador qualificado desempenhe a sua função em condições normais de trabalho, isto é, trabalhando a um ritmo que seja fácil de manter em todo o horário laboral e usando os métodos previamente estabelecidos (Stevenson, 2015).

São vários os métodos existentes para a determinação do tempo padrão. Neste projeto destacam-se a cronometragem e os dados históricos, uma vez que foram os aplicados, mas são vários os autores que referem também o estudo de tempos através da amostragem de trabalho e de dados pré-determinados.

Estudo de tempos através da cronometragem

O método da cronometragem foi desenvolvido por Frederick Taylor em 1981 e apesar de inicialmente sofrer alguma resistência por parte dos operadores, hoje em dia é o método mais utilizado quando o objetivo é obter um tempo padrão. Este método é o mais indicado para tarefas curtas e repetitivas.

Esta metodologia, para além de permitir obter o tempo padrão da tarefa, tem um importante papel quando se quer determinar a capacidade produtiva de uma empresa, estimar custos de um novo projeto, balancear as linhas de produção e montagem e, finalmente, com a junção de todas estas tarefas, auxiliar no programa de planeamento da produção, tornando-o mais eficiente.

Este estudo, baseia-se em observar e cronometrar um operador durante vários ciclos. Posteriormente, alarga-se esta cronometragem a todos os operadores na empresa que desempenham a mesma tarefa.

Stevenson (2015) e Heizer & Render (2011) aconselham que para que o estudo de tempos com este método seja efetuado de forma eficaz, é essencial seguir os seguintes passos:

- Definir qual a tarefa a ser analisada e informar o operador que irá ser estudado;
- Dividir a tarefa em várias unidades elementares;
- Determinar o número de ciclos a observar;
- Cronometrar a tarefa;
- Calcular o tempo médio obtido;
- Obter o tempo normal avaliando a performance do operador;
- Adicionar ao tempo normal as tolerâncias e assim obter o tempo padrão.

Para um estudo rigoroso, o analista deve estar bastante familiarizado com a tarefa a cronometrar, pois só desta forma se saberá avaliar a performance do operador. É comum que os operadores se sintam pouco à vontade quando estão a ser estudados. Antes de se iniciar o estudo, deve haver uma conversa entre o operador e o analista de forma a que possíveis desconfortos sejam atenuados e haja uma maior cooperação entre ambos.

Deve também, previamente, ser calculado o número de ciclos a ser cronometrado. Este número é resultante de três variáveis, a variabilidade dos tempos observados, a precisão desejada e o nível de confiança também desejado para o tempo-padrão estimado. A fórmula seguinte é a aplicada para obter o número de ciclos desejado.

$$n = \left(\frac{zs}{a\bar{x}} \right)^2$$

Onde,

z = número de desvios padrão necessários para a confiança desejada;

s = desvio padrão da amostra

a = precisão desejada

\bar{x} = média amostral

Tempo padrão

O tempo normal é obtido através da seguinte fórmula:

$$TN = \overline{TC} \cdot v$$

Onde:

TN = Tempo normal;

\overline{TC} = média dos tempos cronometrados;

v = fator de desempenho do operador

Quanto ao fator de desempenho do operador, considera-se que a um ritmo normal corresponde ao fator 1, sendo que velocidades acima da média serão considerados valores superiores a 1.

Após o cálculo do tempo normal é necessário ter em consideração fatores de tolerância, uma vez que nenhum operador consegue trabalhar ao mesmo ritmo 8h seguidas.

A fórmula definida para o cálculo tempo padrão é a seguinte:

$$TP = TN \cdot FT$$

Onde,

TP = tempo padrão

TN = tempo normal

FT = fator de tolerância

O tempo real cronometrado não tem em conta fatores como a fadiga, pausa para beber água, paragens para idas à casa de banho ou pausas generalizadas. Assim, para a obtenção do tempo padrão, tem que ser acrescentado ao tempo normal uma tolerância para estes fatores (Stevenson, 2015).

A tabela seguinte mostra as tolerâncias propostas por Benjamin Niebel no seu livro *Motion and Time Study* (1955), que habitualmente são referenciadas na literatura.

Tabela 1: Valores típicos considerados para a fadiga, adaptado de Peinado & Graeml (2007)

Descrição		%	Descrição		%
A. Tolerâncias invariáveis:			4. Iluminação deficiente:		
1.	Tolerâncias para necessidades pessoais	5	a. Ligeiramente abaixo do recomendado		0
2.	Tolerâncias básicas para a fadiga	4	b. Bem abaixo do recomendado		2
B. Tolerâncias variáveis:			c. Muito inadequada		5
1.	Tolerância para ficar em pé	2	5. Condições atmosféricas		
2.	Tolerância quanto à postura		(calor e humidade) – variáveis		
	a. Ligeiramente desajeitada	0	6. Atenção cuidadosa		
	b. Desajeitada (recurvada)	2	a. Trabalho razoavelmente fino		0
	c. Muito desajeitada (deitada, esticada).	7	b. Trabalho fino ou de precisão		2
3.	Uso de força ou energia muscular		c. Trabalho fino ou de grande precisão		5
	(erguer, puxar ou levantar)		7. Nível de ruído:		
	Peso levantado em quilos		a. Contínuo		0
	2.5	0	b. Intermitente – volume alto		2
	5.0	2	c. Intermitente – volume muito alto		5
	7.5	2	d. Timbre elevado – volume alto		5
	10.0	3	8. Stress mental		
	12.5	4	a. Processo razoavelmente complexo		1
	15.0	5	b. Processo complexo, atenção abrangente		4
	17.5	7	c. Processo muito complexo		8
	20.0	9	9. Monotonia		
	22.5	11	a. Baixa		0
	25.0	13	b. Média		1
	27.5	17	c. Elevada		4
	30.0	22	10. Grau de tédio		
			a. Um tanto tedioso		0
			b. Tedioso		2
			c. Muito tedioso		5

2.4. Indicadores de desempenho

Cada vez mais as empresas procuram uma produção eficiente e flexível. A nível de gestão da produção o objetivo é sempre otimizar a produção e transformar os objetivos da empresa em resultados financeiros.

A produtividade de uma empresa pode ser incrementada quando se analisa o histórico de produções anteriores assim como quando se analisam as produções em curso. A dificuldade desta análise é que as informações geralmente geradas não são todas relevantes, e filtrar esta informação para apenas o que é essencial ainda é a maior dificuldade. É para combater esta dificuldade que usualmente são definidos os indicadores de performance ou desempenho (*Key Performance Indicators*) (Jovan, Zorzut, & Znidarsic, 2006).

Os *Key Performance Indicators* (KPI) podem ser utilizados para identificar baixas performances ou para melhorar os pontos já fortes da empresa. A razão para que as organizações tenham baixas performances está relacionada com o desperdício. Através dos KPI conseguimos medir a performance de uma empresa e assim identificar os locais onde existem desperdícios que podem ser eliminados (Lindberg, Tan, Yan, & Starfelt, 2015).

São vários os indicadores utilizados quando estamos a falar de controlo da produção e eliminação de desperdício numa empresa:

- Produtividade – medir a produtividade significa analisar uma janela temporal e dela extrair a quantidade de produtos produzidos nesse espaço de tempo.
- Qualidade dos produtos – neste indicador o que pretendemos obter é a quantidade de peças não conformes que são geradas em cada lote de fabrico
- Matéria-prima desperdiçada – Muitas vezes nos processos produtivos existe um grande desperdício de matéria-prima que pode ser facilmente colmatada.
- *OEE (Overall Equipment Effectiveness)* – indicador muito utilizado para medir o desempenho e eficiência dos equipamentos
- Percentagem de cumprimento dos calendários de produção previstos
- Manutenção – percentagem de paragens não planeadas

Assim, os indicadores de desempenho permitem que se adquira o conhecimento necessário para que os objetivos da organização sejam atingidos (Badawy, El-Aziz, Idress, Hefny, & Hossam, 2016).

Para facilitar a forma de leitura destes indicadores são habitualmente criados *dashboards*. Um *dashboard* consiste numa representação gráfica, dos resultados dos indicadores

previamente definidos. A sua utilização permite perceber o desempenho das métricas que estão a ser avaliadas. Desta forma, através de uma rápida análise, torna-se possível identificar desvios que levem à tomada de decisão da aplicação de novas medidas, capazes de reduzir o impacto por estes causados (Pham & Liao, 2008).

3. Projeto

3.1. Apresentação da empresa

A Exatronic Lda., tem por objeto a indústria, o comércio, a prestação de serviços de engenharia, a investigação, a conceção e o desenvolvimento de produtos, equipamentos e sistemas elétricos, eletrónicos e afins. Especializada na prestação de serviços de engenharia, produção e testes, esta apresenta-se no mercado como uma empresa que transforma ideias ou conceitos em soluções. Fornece aos seus clientes soluções integradas de Engenharia de *Hardware* e *Firmware*, industrialização, montagem e teste de final de linha em produtos com eletrónica para os mais variados setores.

Fundada em 1995, a empresa, inicialmente, dedicava-se ao ramo de engenharia, sendo que, para a produção dos produtos por esta desenvolvidos recorria a empresas subcontratadas. Porém a necessidade de evolução e ambição de alcançar feitos forçou o seu crescimento.

Com a constante mudança e evolução no mercado da indústria eletrónica, a Exatronic moldou-se de forma a garantir aos seus clientes uma maior flexibilidade e a proteger os seus direitos de propriedade industrial. Assim, em 2014, a empresa passou a ter uma área produtiva interna, deixando de ser necessário recorrer a outras empresas de subcontratação para a montagem das placas eletrónicas por si desenvolvidas. Desta forma, a empresa garante que os seus bens são produzidos com o maior rigor de qualidade e funcionalidade e que cumprem todos os requisitos do cliente.

O processo produtivo da Exatronic é facilmente adaptável para que todas as especificações do cliente sejam satisfeitas, permitindo, deste modo, a entrega de produtos completamente customizados.

Apesar de criar produtos personalizados para os mais variados setores e mercados, destaca-se nos seguintes (Exatronic, 2015):

- Eletrónica e Automação: onde customiza os seus produtos à medida para cada cliente;
- *Automotive*: soluções para a indústria automóvel;
- Médico: investiga, desenvolve, certifica e fabrica vários dispositivos médicos.

A empresa tem o seu sistema de gestão da qualidade certificado pela ISO 9001:2008 (em transição para a ISO 9001:2015) e conta ainda com a certificação NP 4457:2007 para a Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI).

As instalações da Exatronic estão localizadas na Zona Industrial da Taboeira, em Aveiro e atualmente conta com 31 colaboradores.

Estrutura organizacional da Empresa

A Exatronic está organizada e dividida em cinco áreas funcionais:

- Estudos e Projetos;
- Conceção e Desenvolvimento;
- *Procurement* e compras;
- Comercial e *Marketing*.

A estrutura organizacional da empresa é horizontal e assim, todas as áreas funcionais reportam diretamente à Direção Geral, como mostra o organograma da empresa, na Figura 2. Destacou-se a área funcional da empresa onde foi realizado o projeto: Planeamento da Produção.

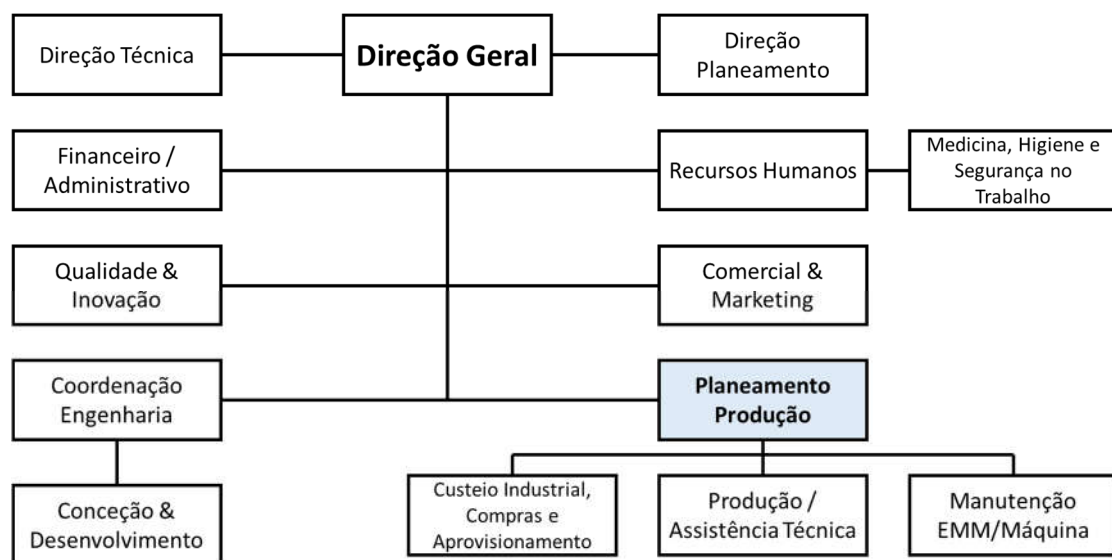


Figura 2: Organograma da empresa

Layout

A nave da produção da Exatronic apresenta uma área de 286,5 m². Na figura seguinte (Figura 3) destacou-se as linhas de produção da seguinte forma:

- A azul claro destacou-se a linha de produção SMT (*Surface Mount Technology*);
- A verde destacou-se a linha THT (*Through Hole Technology*) Seletiva;
- A laranja destacou-se a linha THT (*Through Hole Technology*) Onda;
- A Azul escuro a linha THT (*Through Hole Technology*) Manual;
- A amarelo as mesas destinadas às tarefas manuais.

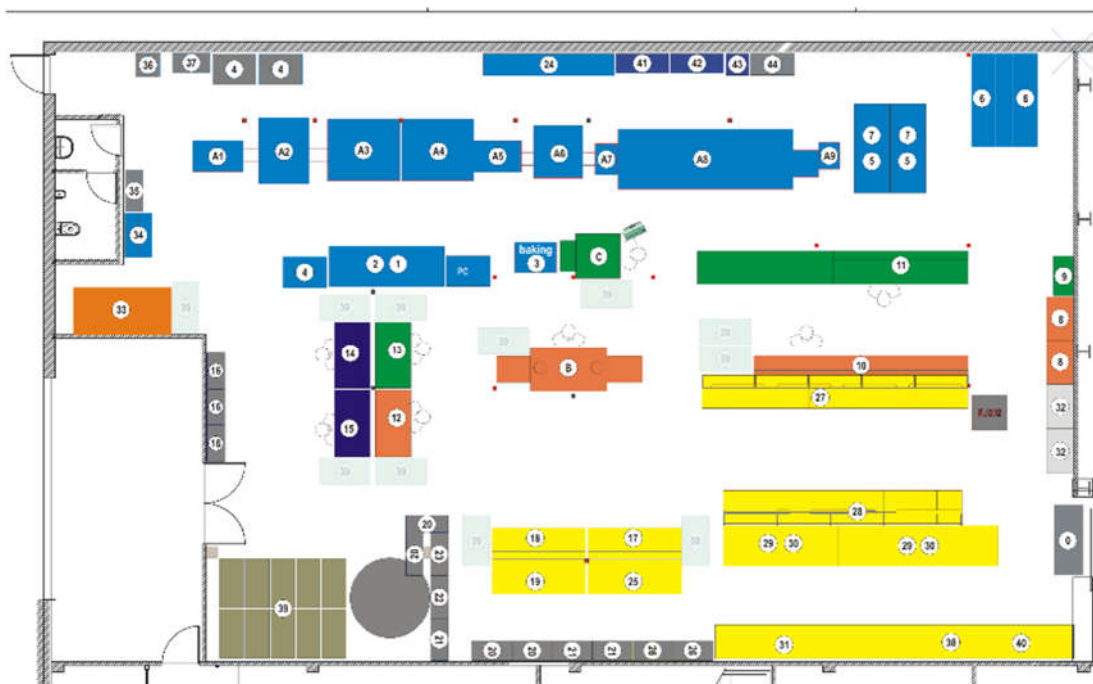


Figura 3: Layout da área produtiva

Processo produtivo

Como já foi referido, a Exatronic tem um processo produtivo que assenta essencialmente em cinco áreas distintas:

- Linha SMT (*Surface Mount Technology*).
- Linha THT (*Through Hole Technology*) – Onda.
- Linha THT (*Through Hole Technology*) – Seletiva.
- Linha THT (*Through Hole Technology*) – Manual.
- Tarefas manuais.

Foi com base nestas cinco áreas distintas que foi desenvolvido pela empresa uma gama operatória onde estão descritas todas as tarefas possíveis de realizar em cada linha de produção. Na tabela seguinte (Tabela 2) encontra-se essa gama operatória e os seus respetivos códigos.

Tabela 2: Gama operatória

Designação das Operações
ALinha SMT
A1Dispensing
A2Programação Printer e P&P
A3Programação AOI
A4Preparação Feeders
A5Colocação manual de componentes
A6Setup Linha SMT e Verificação da posição dos feeders na máquina SMD
A7Montagem e Soldadura SMT
A8Impressão manual
A9Traçar perfil
A10Inspeção AOI
A11Re-work após Linha SMT
A12Limpeza de produto após re-work
A13Inspeção visual
A14Limpeza da Linha SMT
BTHT - Onda
B1Preparação de materiais (ex.: formatação de componentes)
B2Colocação de componentes
B3Startup Onda (ajuste do tabuleiro, colocação de fluxo e de solda)
B4Setup Onda (Programação)
B5Operação na Onda (introdução, passagem e recolha)
B6Re-work após Onda
B7Limpeza de produto após Onda
CTHT - Seletiva
C1Preparação de materiais (ex.: formatação de componentes)
C2Colocação de componentes
C3Startup Seletiva (ajuste do tabuleiro, colocação de nozzle)
C4Setup Seletiva (Programação)
C5Operação na Seletiva (introdução, operação de soldadura e recolha)
C6Re-work após Seletiva
C7Limpeza de produto após Seletiva
DTHT - Manual
D1Preparação de materiais (ex.: formatação de componentes)
D2Despinalização
D3Colocação de componentes
D4Soldadura manual
D5Limpeza de produto após Soldadura manual
D6Limpeza do posto de trabalho
EManual
E1Inspeção visual
E2Despinalização
E3Re-work
E4Preparação para envernizamento / Envernizamento
E5Programação
E6Preparação de materiais para montagem eletromecânica
E7Montagem eletromecânica
E8Testes
E9Controlo de Qualidade
E10Colocação de número de série
E11Embalamento e envio

Como todas as placas eletrônicas produzidas pela empresa são completamente customizadas, o processo produtivo de cada uma delas é sempre diferente das demais e nem todos os produtos passam por todas as áreas. A Figura 4 representa os vários pontos de partida na produção da Exatronic e os diferentes percursos possíveis.

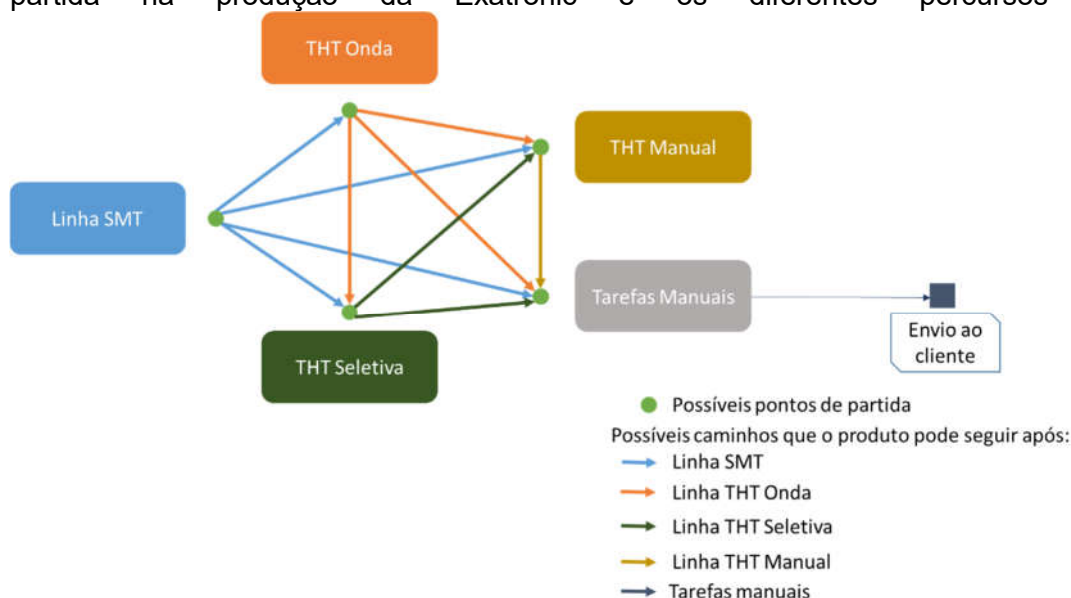


Figura 4: Sequências do processo produtivo

3.2. Análise da situação inicial

Quando iniciado o projeto na empresa verificou-se uma lacuna no que diz respeito aos tempos de fabrico. Sendo o projeto dedicado à análise e melhoria do processo de planeamento e controlo da produção, tentou-se que o projeto desenvolvido fosse ao encontro dos objetivos definidos para a Exatronic pela Direção Geral.

Constatou-se que o ERP (*Enterprise Resource Planning*) utilizado pela empresa não fornecia *inputs* suficientes ao colaborador responsável pelo Planeamento e que este tinha algumas dificuldades na sua tarefa, uma vez que não havia uma previsão de tempos detalhada e precisa para cada produto. Em 2014, quando a Exatronic iniciou a sua produção, esta informação não era relevante, no entanto, nos últimos anos, o volume de encomendas aumentou consideravelmente. Com um maior número de encomendas, com uma carteira de clientes ampliada e com vários produtos completamente distintos começou a ser crucial ter uma base de dados de tempos fidedigna e o mais atualizada possível.

Em meados de outubro de 2017, a Exatronic decidiu focar-se na adoção do paradigma da Indústria 4.0 e de forma a auxiliar este processo percebeu-se que o ideal seria reunir numa folha de cálculo, em formato Excel, onde estariam reunidas as informações de tempos-padrão

de todos os produtos, para que mais tarde, estes dados fossem utilizados em toda a gestão quase-automática inerente a esta filosofia.

Verificou-se, também, que já existiam folhas de produção nas quais os operadores registavam, por ordem de fabrico, que tarefa desempenhavam, quanto tempo demoravam e que quantidade realizavam. No entanto, estes dados não eram tratados ou analisados, acabando por não acrescentar qualquer valor na cadeia de planeamento. Era, portanto, importante tomar como medida a sua análise e atribuir-lhe a devida importância.

3.3. Soluções desenvolvidas

3.3.1. Estudo de tempos

Numa primeira fase e para dar uma rápida resposta aos objetivos delineados pela empresa e poder fornecer urgentemente inputs ao responsável pelo planeamento, começou-se por analisar todas as ordens de fabrico finalizadas. Esta análise permitiu conhecer tempos (registados) por tarefa para cada produto.

Apesar de o método de análise de tempos com base no histórico não ser o mais realista, uma vez que as ordens de produção da empresa são curtas e por vezes para o produto existe apenas uma produção anual, considerou-se que para estes produtos este método era o mais simples e adequado.

Para os artigos com mais saída, onde existem ordens de produção semanais, foi efetuada uma análise detalhada, recorrendo à cronometragem.

Assim, considerou-se o seguinte critério:

- Produtos com pouca produção – estudo de tempos baseado no histórico;
- Produtos com entregas semanais: estudo de tempos através da cronometragem.

Estudo de tempos com base no histórico

Apesar de os operadores fazerem um registo manual detalhado das tarefas desempenhadas para cada ordem de produção, essas folhas de registo eram arquivadas sem serem analisadas

Quando se iniciou o estudo com base no histórico das produções anteriores detetaram-se vários problemas, nomeadamente:

- os operadores não tinham definido em que unidades deveriam fazer os registos; alguns deles registavam em painéis, outras em unidades, não sendo uniforme o registo;

- não era fácil saber quantas unidades tinham passado por cada posto de trabalho, dificultando a análise de perceção do estado da produção;
- os operadores não tinham conhecimento se estavam a cumprir os objetivos previamente estabelecidos;

A Figura 5, é um exemplo dos registos efetuados a uma ordem de produção anterior à data de início do projeto.

Registos da Produção				Autor/Autoriz.	Marta Pereira	
Ordem de Produção/Inspeção e teste		Revisão/Revision	2.0	Data / Date	19-06-2017	
OP / CAT Nº	551/17017		Nºs. Série:			
MPS / CAT Nº						
Referência do produto	Designação do produto	Quantidade a produzir	Data de início			
10206400		700	05/07/17			
Tempos de ciclo por unidade (MM:SS)						
Linha SMT	THT - Onda	THT - Seletiva	THT - Manual	Manual		
Data	Identificação do executante	Código da Operação / Tarefa	Hora de início (HH:MM)	Hora de fim (HH:MM)	Duração (HH:MM)	Quantidade
12/07/2017	AF	B3	9h15	11h30	2h15	123 painéis
12.7.2017	DR	B2 (2.1.2.5)				
12/07/17	AF	B6	11h55	14h10	1h15	60 unid.
12.7.2017	DR / Inês	B7	17h00	18h00		504 unid.
12.7.2017	Inês	B7	18h00	20:00		40 unid.
12/7/2017	AF	B6	15h30	18h00	2h30	68 unid.
13/07/2017	PI	B6	07h40	11h35	4h25	224
13/7/2017	DR	B7	7h00	9h00		52 unid.
13/7/17	SA	B21	9:15	12:00	2h45m	208 unid.
13/7/17	DR / Inês	B7	9h00	17h00		408 unid.
13/7/17	Inês	B7	17h00	18h		
13/7/17	SA	C5	18:00	18:00	6h	156 unid.
13/07/2017	CM	P1/17	17:50	18:00	10m	8 unid.
13/7/17	Inês	B7	18h	20:00		84 unid.
14/07/2017	PI	P6/17	07:10	10:25	3h15	36 unid.
14/07/17	Inês	C2	08:50	13h		144 unid.
14.07.2017	Inês	C5	10h00	12h00		268 unid.
14.07.2017	CG	BAIXAR S.S.	9h00	10h35	1h35	14 painéis
14.07.2017	CG	CG/C7	11h30	18h00	5h30	117 unid.
13/7/17	CP	C5	19:00	19:50	1h50m	52 unid.
13/7/17	LB / Inês	C2	14h	16h		152 unid.
13/7/17	LB	C2	13h	14h		44 unid.
13/7/17	Inês	C2	16h	18h		52 unid.
13.7.17	DR / Sandra	B7	9h00	17h00		264 unid.
14.7.17	CP	C5	18:00	20:00		60 unid.
13/7/17	Inês	C5	9:00	11:30		36 unid.
17/07/2017	PI	P6/17	09:05	17:55	7h50	270 unid.
17/7/17	SA	E10	12:00	14:10	1h10m	280
17.07.2017	CG	CG/C7	9h00	10h15	0h15	36 unid.
n	RS	E9	10:15	13:00		80p
n	SA	E2/E11	14:35	14:50	25m	280
n	SA	E11	15:00	15:10	10m	42m
17/7/17	Inês	C2	9h	18h		252 unid.
17/07/2017	PI	C5	15h40	20h20	2h20	19x4 unid.
18/7/2017	Inês	C2	9h	11:55		108 unid.
18/7/17	SA	E2/E11	9:10	10:10	1h	284 unid.
18/07/2017	PI	P6/17	09:00	17:50	7h50	308 unid.
18/7/17	SA	E2/E11/E10	10:20			
18.07.2017	FAÇO / Inês	C5	9h15	12h20		152 unid.
19/07/2017	CM	P6/17	03h05	12h05	3h00	128

Nota: Código da Operação de acordo com v2015-06-24 da tabela "Designação das Operações".

Mod.01.1.2
Página 1 de 1

Exatronic - Innovation Insight
www.facebook.com/exatronic

Figura 5: Folha de Produção (versão inicial)

Analisando esta folha de produção verificaram-se vários problemas:

1. As quantidades registadas variam entre painéis e unidades. Não existe nenhum campo que indique quantas unidades traz cada painel e esta informação varia de produto para produto;
2. Não é fácil entender a quantidade já produzida em cada posto de trabalho. Para se ter esta informação é necessário somar as quantidades relacionando sempre com o código da tarefa;
3. Alguns operadores não indicavam as paragens que efetuavam, fossem elas almoço, lanches, idas à casa de banho. Existem tarefas registadas no período das 9h às 18h00 e que não correspondem à realidade, uma vez que ninguém trabalha 9 horas seguidas;
4. Tarefas registadas por dois operadores na mesma linha, exemplo DR/Inês ou LB/Inês (DR e LB correspondem às iniciais de dois operadores). Não é perceptível se tiveram os dois operadores a desempenhar a mesma tarefa em simultâneo se um substituiu o outro a determinada altura do dia;
5. Os operadores não tinham conhecimento dos objetivos previamente estabelecidos, ou seja, os operadores não sabiam que quantidade deveriam produzir por hora;
6. Existem tarefas descritas que não estão mencionadas na gama operatória;
7. Existem tarefas que foram iniciadas, porém o seu registo não foi devidamente efetuado, nomeadamente: hora de fim e quantidade produzida;

Mediante estes problemas foi estudado e apresentado um novo *template* de registos de produção (Figura 6), estando este já em uso na empresa.

O novo *template* forneceu uma grande ajuda, na medida, em que os registos melhoraram significativamente a nível organizacional. As tarefas passaram a ser registadas distintamente, ou seja, não existe uma tarefa B1 seguida de B2 e novamente B1, assim existe facilidade em, através da folha de Registo de Produção, verificar que no posto de trabalho B2-1 já foram produzidas as 1000 unidades e no posto de trabalho B2-2 apenas estão produzidas 900 unidades faltando 100 para completar o total da produção (quantidade total da ordem de fabrico descrita no cabeçalho do *template*).

Na folha de registos introduziu-se, também, uma coluna na qual os operadores indicam se cumpriram, ou não, o objetivo. Agora, os objetivos de produção estão descritos no *dossier* do produto que acompanha a produção, deste modo garante-se que o operador verifica o que

é de si esperado e se autoavalia. Desta forma, consegue-se também dar alguma autonomia ao operador, melhorando a sua autoestima e capacidade de trabalho.

EXATRONIC
Registos de produção

Ordem de produção/ Inspeção e teste	Revisão: 4.0	Autor: M. Pereira	Data: 06/02/2018
-------------------------------------	--------------	-------------------	------------------

OP / CAT nº 4171 2018
 Referência do Produto 10206 401
 Designação do produto _____
 Quantidade a produzir 7.000.00
 Data de início 15/5/2019

Tarefa: B1-1

Data	Operador	Hora de início	Hora de Fim	Duração	Quantidade realizada	Objetivo cumprido?	Quantidade final
15.5.18	LB	17:40	18:00	20m	28	✓	28
16.5.18	CN	2:10	2:40	30m	32	✓	60
16.5.18	CN	2:15	2:50	35m	80	✓	140
16.5.18	CN	9:15	9:35	20m	32	✓	172
16.5.18	CN	10:00	11:10	1:10	128	✓	300
16.5.18	CN	11:25	12:25	1H	100	✓	400
16.5.18	CN	12:40	12:55	15m	24	✓	424
16.5.18	CN	14:20	14:30	10	20	✓	444
16.05.18	O.A	14:30	16:30	1"50	116	✓	560
17.05.18	CN	14:10	14:55	45m	80	✓	640
18.05.18	CN	16:40	17:15	35m	60	✓	700

Tarefa: B2-2

Data	Operador	Hora de início	Hora de Fim	Duração	Quantidade realizada	Objetivo cumprido?	Quantidade final
15.5.18	BEN	17:50	18:00	10m	Bundl.	✓	8undl.
16.05.18	CN	7:40	8:05	25m	52	✓	60
16.05.18	O.A	9"	10"50	1"50	168	✓	228
16.05.18	O.A	11"	13"	2"	132	✓	360
16.05.18	CN	14:35	16:00	1:25	160	✓	520
17.05.18	CN	15:10	16:15	1:05	120	✓	640
17.05.18	CN	17:20	17:47	27m	60	✓	700
18.05.18	CN	10:22	10:49	27m	56	✓	756
18.05.18	CN	11:13	11:33	20m	44	✓	800
18.05.18	CN	12:35	13:00	25m	52	✓	852
18.05.18	CN	14:05	14:29	24m	48	✓	900

Tarefa: B2-1

Data	Operador	Hora de início	Hora de Fim	Duração	Quantidade realizada	Objetivo cumprido?	Quantidade final
18.05.18	CN	9:05	10:05	1H	100	✓	200
18.05.18	CN	11:40	12:30	50m	100	✓	300
18.05.18	CN	14:35	15:26	51m	100	✓	1000

Figura 6: Template sugerido para registo de tempos

Outros dos problemas identificados foram ultrapassados sensibilizando os operadores para a importância dos registos. Destas sessões de sensibilização resultaram os seguintes consensos:

- As quantidades devem ser registadas em unidades – uniformiza as contas visto que a quantidade da ordem de produção é feita à unidade e não ao painel e, uma

vez que, a quantidade por painel varia de produto para produto não é necessário haver uma contínua verificação na quantidade por painel;

- Todas as paragens e pausas devem ser registadas e não podem existir registos incompletos;
- Cada operador deve registar o tempo e a quantidade que produziu, eliminando, assim, a dúvida do ponto 4 mencionado anteriormente;
- A tarefa a realizar tem que estar presente na gama operatória e todos as questões a ela afetas deverão estar patentes no *dossier* do produto;

Após se garantir que os registos de produção já seriam um documento fiável e que, a informação nesta registada era fidedigna, executou-se o próximo passo - a recolha do tempo médio por tarefa, para cada produto, por ordem de produção, com o objetivo de alcançar o dito tempo-padrão. Este tempo-padrão é, por fim, inserido na base de dados desenvolvida no decorrer do projeto e que irá ser explicada mais à frente.

***Stopwatch time study* ou estudo de tempos recorrendo à cronometragem**

O estudo de tempos que irá ser apresentado como exemplo, foi realizado no produto com mais saída, para o principal cliente da empresa. Este produto é denominado por “Quirina”.

Gama operatória detalhada para o produto escolhido

O produto Quirina inicia a sua tarefa na linha de produção B – Linha THT por onda.

A primeira tarefa inicia-se com a colocação dos componentes manualmente (Tarefa B2 referida na gama operatória apresentada). Neste posto encontram-se dois operadores e, para que a tarefa esteja balanceada um deles coloca um primeiro conjunto de componentes e o segundo coloca um segundo tipo de componentes. É importante realçar que são sempre produzidas 4 unidades em simultâneo, uma vez que um painel contém quatro unidades e apenas posteriormente, e numa segunda etapa, os painéis são separados.

Após a colocação manual dos componentes procede-se à soldadura por onda (Tarefa B5 da gama operatória).

Depois da soldura por onda, as placas são submetidas a uma inspeção visual. Caso seja necessário algum retrabalho nos pontos de solda, a intervenção é executada de imediato. Esta tarefa é denominada na gama operatória por B6.

Com o *rework* já realizado é necessário fazer uma limpeza às placas (tarefa B7 na gama operatória). Contrariamente ao que se verifica na linha THT Seletiva, em que a tarefa da limpeza é efetuada em simultâneo com o *rework*, na linha THT por Onda esta possibilidade

não existe. Esta situação é justificada pelo facto de a soldadura deixar, na máquina, resíduos de fluxo (químico que auxilia a soldadura) que mancham as placas e, por isso, necessitam de uma limpeza mais cuidada com produtos adequados.

Finalizadas as tarefas na linha B – Soldadura THT por Onda, a placa passa para a linha C, Soldadura THT – Seletiva.

Mais uma vez, a primeira tarefa é a colocação manual de componentes (tarefa C2 da gama operatória). Neste posto, ao contrário do posto B2, apenas está um operador e este é responsável por colocar 2 tipos de componentes diferentes na placa.

Após a colocação dos componentes, o painel (constituído por 4 unidades) é colocado na máquina THT – Seletiva onde irá ser soldado (Tarefa C5).

À semelhança da linha B, após a soldadura na máquina Seletiva, os painéis são encaminhados para o posto de *rework* e limpeza. Neste posto são realizadas as tarefas C6 e C7 da gama operatória. Todos os painéis são inspecionados e retrabalhados, caso seja necessário.

Desta forma, estão concluídas as tarefas necessárias da linha C e o produto é encaminhado, por fim, para a linha E – Tarefas manuais. É nesta linha que são efetuados os testes (E8), Controlo de Qualidade (E9), os painéis são separados (E2), é colocado o número de série (E10) e, por fim, o produto é embalado (E11). As tarefas E2, E10 e E11 são executadas em simultâneo, uma vez que não é possível fazê-las em separado neste produto específico.

Na Tabela 3 encontram-se resumidas e ordenadas as tarefas necessárias para a produção do produto “Quirina”.

Tabela 3: Lista de tarefas aplicáveis ao produto Quirina

<i>Código</i>	<i>Descrição da tarefa</i>
<i>B2-1</i>	Colocação do conjunto de componentes 1
<i>B2-2</i>	Colocação do conjunto de componentes 2
<i>B5</i>	Soldadura na Onda
<i>B6</i>	Rework após Onda
<i>B7</i>	Limpeza após Onda
<i>C2</i>	Colocação de componentes
<i>C5</i>	Soldadura na Seletiva
<i>C6/C7</i>	Rework e limpeza após Seletiva
<i>E8</i>	Testes
<i>E9</i>	Controlo de Qualidade
<i>E11</i>	Separar o painel; colocação do número de série; embalagem e envio

Cronometragem

Para o estudo da cronometragem, foram efetuadas 25 medições (para garantir um nível de confiança de 95%), a 2 operadores distintos, em cada tarefa. Aos colaboradores escolhidos foi explicado o objetivo do método e foi avaliado se trabalharam sempre a um ritmo considerado normal. Não foram verificadas alterações nos seus comportamentos por estarem a ser cronometrados.

A Tabela 4 apresenta o tempo médio cronometrado, em minutos, para as várias tarefas.

Tabela 4: Tempo médio cronometrado para as distintas tarefas

CÓDIGO DA TAREFA	TEMPO MÉDIO CRONOMETRADO (MIN)
B2-1	0,53
B2-2	0,48
B5	0,21
B6	0,93
B7	1,16
C2	1,05
C5	1,86
C6/C7	1,45
E8	0,24
E9	0,48
E11	0,32

Tendo-se verificado que os trabalhadores se encontravam a trabalhar a um ritmo considerado normal, o Tempo Normal é igual ao tempo cronometrado, uma vez que se considera um fator de desempenho unitário.

Para a determinação das tolerâncias para a fadiga mencionadas na Tabela 1, optou-se por fazer um questionário aos operadores que desempenham as várias tarefas para que estes classificassem de 0 a 10, do seu ponto de vista, e de acordo com a sua sensibilidade, a(s) tarefa(s) que desempenham. O questionário distribuído aos operadores está representado na Figura 7.

Questionário											
Tarefa: _____											
Sexo:											
Feminino	<input type="checkbox"/>										
Masculino	<input type="checkbox"/>										
Idade: _____											
Classifique a tarefa que se encontra a desempenhar:											
Considere a escala como sendo 0 o menor nível de esforço e 10 o máximo de esforço											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cansaço provocado pela postura:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Condições atmosféricas (Calor)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atenção necessária:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monotonia:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grau de tédio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 7: Questionário distribuído aos trabalhadores

As respostas aos questionários foram analisadas e tratadas e, assim, construiu-se a seguinte tabela que resume as percentagens atribuídas pelos operadores às diferentes tarefas que têm para desempenhar.

Tabela 5: Percentagens atribuídas pelos operadores relativamente à fadiga

Código da tarefa	Tolerâncias invariáveis	Cansaço provocado pela postura (0 % – 7 %)	Cansaço provocado por condições atmosféricas (0 % - 10%)	Atenção necessária (0% - 5%)	Monotonia (0% - 4%)	Grau de tédio (0% - 5%)	% total para a fadiga
B2-1	9%	3,3%	5,0%	2,2%	1,3%	1,2%	22%
B2-2	9%	3,3%	5,0%	2,2%	1,3%	1,2%	22%
B5	9%	2,1%	10,0%	0,4%	0,0%	0,0%	22%
B6	9%	4,2%	6,3%	4,2%	2,3%	1,7%	28%
B7	9%	4,6%	6,5%	0,8%	1,6%	1,3%	24%
C2	9%	5,8%	5,7%	4,7%	1,2%	1,5%	28%
C5	9%	2,8%	8,0%	4,7%	1,1%	2,3%	28%
C6/C7	9%	4,2%	6,3%	4,8%	2,1%	1,7%	28%
E8	9%	0,0%	4,0%	2,5%	0,8%	2,5%	19%
E9	9%	3,9%	6,0%	5,0%	2,8%	3,8%	30%
E11	9%	4,6%	8,5%	3,5%	1,6%	3,3%	30%

A última coluna, da Tabela 5 representa o somatório de todas as percentagens tendo sido estes os valores considerados para o cálculo do tempo-padrão.

Aplicando a fórmula onde, $TP = TN \cdot FT$ obtiveram-se os seguintes tempos-padrão:

CÓDIGO DA TAREFA	TEMPO PADRÃO (MIN)
B2-1	0,65
B2-2	0,59
B5	0,26
B6	1,19
B7	1,43
C2	1,34
C5	2,38
C6/C7	1,86
E8	0,29
E9	0,62
E11	0,42

Mais uma vez, estes são os tempos que foram introduzidos na base de dados já mencionada.

3.3.2. Folha de Objetivos

À medida que se foi obtendo o tempo-padrão para cada produto, geraram-se folhas de objetivo.

Estas folhas, para além de indicarem todas as tarefas aplicáveis ao produto, indicam o tempo esperado por unidade e, de forma a facilitar o cálculo aos operadores, que quantidades são esperadas que eles produzam em escalas de tempo que variam de 5 em 5 minutos e vão até aos 60 minutos.

A Figura 8 mostra a folha de objetivos criada para o produto Quirina.

Objetivos													
EXATRONIC INNOVATION INSIGHTS													
Referência: xxxxxxxxxxxx													
Designação: Placa Quirina													
Tarefa	Descrição	Tempo por unidade (minutos)	Quantidades esperadas										
			60 min	55 min	50 min	45 min	40 min	35 min	30 min	25 min	20 min	15 min	10 min
B2,1	Colocação de componentes posto 1	0,65	92	85	77	69	62	54	46	38	31	23	15
B2,2	Colocação de componentes posto 2	0,59	102	93	85	76	68	59	51	42	34	25	17
B5	Operação na Onda	0,26	231	212	192	173	154	135	115	96	77	58	38
B6	Re-work após Onda	1,19	50	46	42	38	34	29	25	21	17	13	8
B7	Limpeza do produto após Onda	1,43	42	38	35	31	28	24	21	17	14	10	7
C2	Colocação de componentes	1,34	45	41	37	34	30	26	22	19	15	11	7
C5	Operação na Seletiva	2,38	25	23	21	19	17	15	13	11	8	6	4
C6/C7	Re-work e Limpeza após Seletiva	1,86	32	30	27	24	22	19	16	13	11	8	5
E8	Testes	0,29	207	190	172	155	138	121	103	86	69	52	34
E9	Controlo de Qualidade	0,62	97	89	81	73	65	56	48	40	32	24	16
E11	Embalamento e envio	0,48	125	115	104	94	83	73	63	52	42	31	21

Data da última atualização: 15/05/2018
Responsável: Marta Pereira

Figura 8: Objetivos de produção para o produto Quirina

Como já foi referido anteriormente este documento está disponível no *dossier* do produto que acompanha toda a ordem de fabrico.

3.3.3. Relatórios de fim de produção

Uma vez que, todas as ordens de produção passaram a ser analisadas, quer para a obtenção de tempos-padrão, quer para verificar a ocorrência de não conformidades e taxas de retrabalho, surgiu a necessidade de as informatizar e assim desenvolveu-se um modelo de “Relatório de Fim de Produção”. A Figura 9 representa um relatório de fim de produção relativo ao produto Quirina.

Relatório de Fim de Produção

EXATRONIC

Referência:XXXXXXXXXXXXXX

Designação:Produto Quirina

O.F:327/2018

Quantidade:900

Data:05/04/2018

Tempo esperado encomenda

Desvio global ao esperado:

Esperado9423,00

Real9984,24

Desvio6%

N.S.: 1218003270001 A 1218003270900

Resumo

Tarefa	Quantidade	Tempo médio	Desvio ao objetivo
B2.1	964	0,64	🟢 -2%
B2.2	964	0,64	🟢 -2%
B5	892	0,24	🟢 -7%
B6	920	0,80	🟢 -32%
B7	1022	1,44	🟡 1%
C2	876	1,35	🟡 1%
C5	879	2,33	🟢 -2%
C6/C7	900	1,82	🟢 -2%
E8	900	0,32	🔴 10%
E9	1305	0,67	🟡 7%
E11	832	0,42	🟢 -13%

Não conformidades encontradas

Posto	Descrição do problema	Quant	% Global
Rework após Onda	Curto	29	0,41%
	Componentes levantados	6	
	Pinos dobrados	9	
	Componentes queimados	11	
Rework após Seletiva	Curto	33	0,73%
	Falta de componentes	19	
	Componentes levantados	4	
	Pinos dobrados	55	
Controlo de Qualidade	Falta de limpeza:	2	0,78%
	Pinos com excesso de solda:	1	
	Soldas imperfeitas	2	
	PDB's Não conformes	2	

Tarefas desempenhadas (com detalhe)

Tarefa	Operador	Data	Hora de início	Hora de Fim	Quantidade	Duração	tempo/unidade	Tempo de referência	Desvio %	observações	Notas		
B2.1	IM	24/abr	17:40	18:00	32	20,00	0,62	0,65	-4%				
B2.1	CN	26/abr	07:40	09:37	168	117,00	0,70	0,65	7%		Duração	Quantidade	tempo/unidade
B2.1	VF	26/abr	09:30	10:50	132	80,00	0,61	0,65	-7%		678,00	964	0,64
B2.1	VF	26/abr	11:15	12:10	88	55,00	0,63	0,65	-7%		Desvio total		-2%

Figura 9: Relatório de fim de produção

Para facilitar a leitura do relatório e, se verificar de imediato quais os pontos que precisam de uma análise mais cuidada, inicia-se o mesmo com um resumo. Neste resumo são identificados os desvios que ocorreram relativamente aos tempos esperados, assim como existe um sumário das não conformidades encontradas. Deste modo, é possível aprender com o passado e tomar medidas corretivas ou verificar oportunidades de melhoria para futuras produções.

Este tipo de relatórios também auxilia na avaliação individual de cada operador, na medida em que todos os seus tempos são avaliados e desvios acima de 10% têm que ser justificados.

3.3.4. Funcionamento do Sistema desenvolvido para apoio ao Planeamento da Produção

Tendo como objetivo auxiliar, em tempo útil, o colaborador responsável pelo planeamento da produção, com informações cruciais à tomada de decisões, foram desenvolvidas diversas folhas de cálculo com o intuito de dar suporte ao Sistema desenvolvido de apoio ao planeamento da produção.

Seguidamente, encontram-se apresentadas as folhas de cálculos criadas, havendo uma distinção entre as que consistem numa base de dados, das que refletem folhas de cálculo de apoio:

- “BD Tempos” – Folha de cálculo que funciona como uma base de dados para recolha do tempo médio de produção de cada produto
- “BD Árvore de Produto” – à semelhança da anterior, consiste igualmente numa folha de cálculo que é utilizada como uma base de dados, em que, através da pesquisa na “BD Tempos” calcula o tempo total do produto, considerando todos os seus subprodutos ou composições.
- “Encomendas de Cliente” – Folha de cálculo que utiliza as encomendas de cliente carregadas no ERP da empresa e através da pesquisa na folha “BD Árvore de Produto” e da quantidade da encomenda. Esta, calcula o tempo estimado de duração da produção sugerindo ainda uma data para início da mesma, tendo em conta a data de entrega estabelecida.
- “Estatísticas mensais” – Folha de cálculo que através das encomendas de cliente e das suas datas de entrega / data para início de produção permite, rapidamente, visualizar como se encontra a carga ocupada nas linhas de produção tendo em conta o número de horas disponíveis.

Base de dados de tempos de produção

São vários os *softwares* existentes para a criação da base de dados, nomeadamente o *Microsoft Excel*, o *Microsoft Access*, o *MySQL*, entre outros. Após reunião com a direção geral da empresa, chegou-se à conclusão que o mais prático seria criar uma base de dados em *Microsoft Excel*. A justificação desta escolha recai sobre o facto de os dados introduzidos em Excel serem facilmente exportados, posteriormente, para a linguagem mais conveniente e poderem ser utilizados por um grande conjunto de colaboradores. O formato escolhido tem também a vantagem de ser uma ferramenta de cálculo adequada às necessidades.

Com o problema bem identificado e o caminho definido rumo a uma solução, deu-se início à construção da base de dados.

Em primeiro lugar, começou-se por definir na folha de cálculo “BD Tempos” a gama operatória. Como também já foi referido, a gama operatória descreve todas as tarefas possíveis de realizar e, deste modo, os tempos por tarefa têm que a esta estar associados. Assim, distribuiu-se a gama operatória sob a forma de colunas, sendo que cada uma diz

respeito a uma tarefa desta lista. Definiu-se também as duas primeiras colunas para a referência e descrição do produto associado. Os tempos introduzidos na tabela são tempos unitários e encontram-se em minutos. A Figura 10 representa parte do cabeçalho da folha de cálculo criada para receber os tempos previamente calculados.

	A	B	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	Ref	Descrição	THT - Onda							THT - Seletiva						
			B1 - Preparação de materiais	B2 - Colocação de Componentes	B3	B4	B5 - Operação na Onda	B6 - RW	B7 - Limpez a	C1 - Preparação de materiais	C2 - Colocação de componentes	C3	C4	C5 - Operação na Seletiva	C6 - RW	C7 - Limpez a
2																
485	123456789	Exemplo	1,20	3,40	4,50	6,20	2,10	4,50	6,50	0,50	1,00	1,10	2,50	4,20	3,00	4,00

Figura 10: Template criado para introdução de dados

Encomendas de cliente

Saber o tempo-padrão para cada produto é fundamental, mas não suficiente. Era também importante que de forma rápida, ao analisar as encomendas carregadas no ERP da empresa, fosse possível, de alguma forma, obter o número de horas que teriam de ser despendidas para cada uma destas.

O ERP da empresa exporta facilmente os dados para o *Microsoft Excel* e assim, começou-se por definir um mapa para onde seriam extraídas, de forma automática, sob a forma de colunas, as seguintes informações:

- Referência do produto
- Cliente
- Número da encomenda
- Quantidade
- Data de entrega

Assim, elaborou-se uma folha de cálculo que através da pesquisa a uma referência da encomenda na “Base de dados de tempos de produção”, relacionando-a com a quantidade da encomenda e com a data de entrega, é capaz de indicar o número de horas por tarefa necessárias para a realização da encomenda. Este ficheiro permitirá, também, sugerir através da data de entrega e duração da produção, uma data para início da produção.

Foram vários os problemas encontrados a nível de funcionalidade desta folha de cálculo, nomeadamente com a data sugerida para início da produção.

A primeira solução disponibilizada serviu apenas para dar uma noção de quando teria de ser iniciada a produção, não correspondendo exatamente à realidade, mas sim a uma aproximação. Esta solução trabalhava com a seguinte fórmula:

$$\text{Data de início de fabrico} = \text{Data de entrega} - \frac{\text{Tempo total encomenda (horas)}}{13 \text{ horas diárias}} \quad 3$$

Ora, esta não é uma solução real. A fórmula não considera os fins de semana, feriados, férias obrigatórias. Como era necessária uma solução automatizada, rapidamente, esta foi a solução implementada. O responsável do planeamento faria, posteriormente, os devidos ajustes.

A Figura 11 mostra a folha de cálculo desenvolvida:

Ref	Cliente	PO	Data de entrega	Quantidade	Data prevista de fabrico	Descrição	Tempo total (horas)	A4 - Preparação de Feeders	A6 - Setup	A7 - Linha	A14 - Limpeza da linha
10808101	-----	-	23/07/2018	5000,00	28/06/2018	-----	457,42	0,13	1,56	1,97	0,48
19916201	-----	-	23/07/2018	5000,00	28/06/2018	-----	307,12	0,42	1,38	16,65	1,04
10808101	-----	-	20/08/2018	4000,00	02/07/2018	-----	366,37	0,13	1,56	1,58	0,48
19916201	-----	-	20/08/2018	4000,00	17/07/2018	-----	246,26	0,42	1,38	13,32	1,04
10808101	-----	-	10/09/2018	3000,00	03/08/2018	-----	275,32	0,13	1,56	1,18	0,48
19916201	-----	-	10/09/2018	3000,00	14/08/2018	-----	185,41	0,42	1,38	9,99	1,04
10808101	-----	-	12/10/2018	4000,00	24/08/2018	-----	366,37	0,13	1,56	1,58	0,48
19916201	-----	-	12/10/2018	4000,00	08/09/2018	-----	246,26	0,42	1,38	13,32	1,04

Figura 11: Folha de cálculo "Encomendas de cliente"

Um outro problema detetado na criação desta folha de cálculo foi o facto de o ERP apenas ser capaz de exportar a referência do produto encomendado e não a árvore completa do produto. Ou seja, não tinha em linha de conta que, para fazer um produto eram necessários outros produtos, e que o encomendado era normalmente a assemblagem de vários.

Para ultrapassar esta questão foi desenvolvida uma segunda base de dados com a informação da árvore do produto e, assim, quando pesquisada a referência na folha de cálculo "Encomenda de cliente", a pesquisa era feita nesta base de dados "Árvore do produto" que continha o somatório dos tempos de todas as composições ou subprodutos.

A Figura 12 representa esta segunda base de dados criada:

Ref	Descrição	Ref. da Árvore	A4 - Preparação de Feeders	A6 - Setup	A7 - Linha
10400801		29907900 29904300 29903100	0,00	55,00	1,27
10402101		29907800 29904200 29903000	27,50	105,00	1,08
10402301		29907800 29904300 29903100	0,00	55,00	1,27
10402601		29904200 29903200	27,50	105,00	1,08

Figura 12 - Base de Dados "Árvore do produto"

Estatísticas mensais

Para uma rápida percepção sobre a carga mensal já carregada foi elaborada uma folha de cálculo denominada “Estatísticas mensais”. Nesta folha de cálculo, para além de conseguirmos ver o somatório de horas gastas por tarefa, mensalmente, podemos também ver a carga horária das máquinas existentes.

O tempo de carga das máquinas é uma fragilidade da empresa que precisa de ser controlado, pois poderá ser necessário recorrer a horas extras ou reagendar encomendas.

A Figura 13 representa a folha de cálculo criada com as estatísticas mensais que também possui a função de mostrar horas previstas necessárias entre datas.

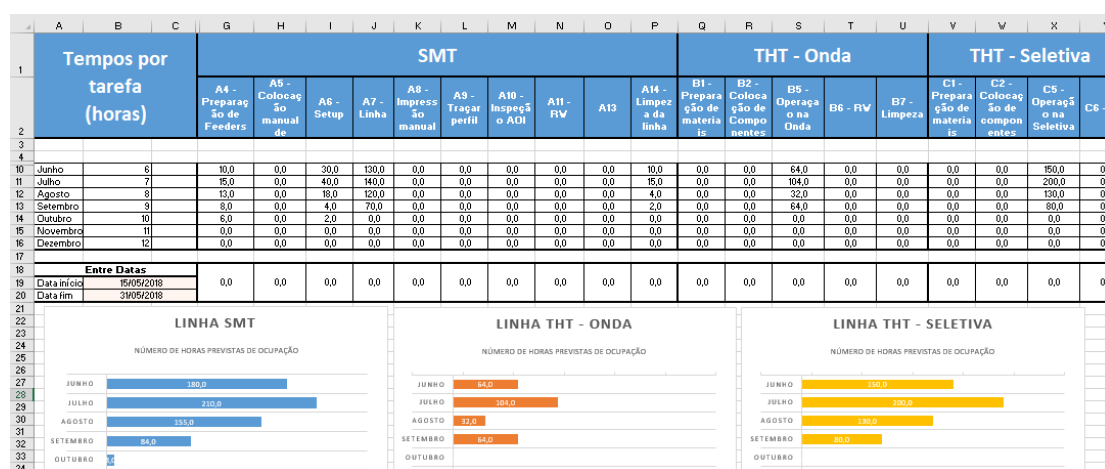


Figura 13: Estatísticas mensais

3.3.5. Indicadores de desempenho e dashboard

A Exatronic encontra-se em franco crescimento e, assim, a sua filosofia tem que acompanhar as mudanças que o seu crescimento implica, bem como a expansão e atualização constantes do próprio mercado. Com uma considerável carteira de clientes e um grande volume de encomendas, a melhoria contínua é a melhor aposta a considerar, quando o objetivo é o aumento da produtividade.

Aquando do início deste projeto, o responsável pelo planeamento não tinha conhecimento do tempo previsto para o desempenho de cada tarefa e os operadores desconheciam os objetivos concretos de produção.

Com a recolha dos tempos foi possível definir objetivos por produto. Como as ordens de produção são curtas e por dia um operador desempenha várias tarefas, não se optou por definir um objetivo diário por produto, mas sim um objetivo horário. Deste modo, os trabalhadores têm uma melhor consciência do cumprimento dos objetivos previamente definidos.

O *dashboard* de produção surgiu da necessidade de informar os operadores acerca do desempenho global da produção, e como este se reflete nos resultados do seu trabalho. Do ponto de vista da empresa, esta medida é tomada como uma forma de incentivo, de desafio pessoal e de procura de crescimento e melhoria do próprio trabalhador.

Assim, em reunião com o diretor geral da empresa deliberou-se o que faria sentido num *dashboard* de produção aplicado à Exatronic.

Começou-se, então, por definir quais as áreas a serem avaliadas e quais os indicadores que a estas estariam inerentes:

- Produção:
 - Desvios face ao tempo-padrão estabelecido;
 - Produtividade;
 - Taxa de ocupação;
 - OEE;
- Expedição:
 - N° de encomendas entregues atempadamente vs. n° de encomendas com atrasos;
 - N° médio de atrasos;
- Manutenção:
 - % de cumprimento da manutenção preventiva;

- Paragens não planeadas;
- Qualidade:
 - % de retrabalho ou *rework*;
 - Inconformidades comuns.

A Figura 14 representa o modelo de *dashboard* criado para implementação na produção.



Figura 14: Dashboard de produção

Foi também atribuída ao *dashboard* a função de representar, de forma fiável, uma análise semanal em todos os pontos.

Na zona destinada à Produção colocou-se um gráfico de barras com os desvios encontrados nas produções semanais. Assim, sempre que o tempo despendido para realizar a tarefa é superior a 10% do tempo previsto, a barra destaca-se a vermelho; sempre que os operadores demoravam menos 10% que o tempo previsto a barra encontra-se a verde. Entre estes intervalos a barra encontra-se a amarelo. Deste modo, a motivação dos operadores é sempre ficar à esquerda da linha vertical "Objetivo" e preferencialmente com a barra destacada a verde.

O OEE ou *Overall Equipment Effectiveness* é um indicador de desempenho capaz de medir a eficiência da produção relacionando três indicadores distintos: disponibilidade, produtividade e qualidade. Apesar de o campo do OEE estar vazio a empresa reconhece a

sua importância e como tal, apesar de este ainda não estar calculado, o espaço encontra-se já reservado no *template* do *dashboard*.

No caso da produtividade, foi decidido pela direção geral que esta deveria representar a relação entre o número de recursos humanos e o valor acrescentado bruto. Pelo facto de este valor não ser facilmente obtido semanalmente, mas sim mensalmente, decidiu-se fazer uma comparação dos últimos quatro meses.

Para concluir a secção dedicada à produção realizou-se uma análise ao período de trabalho das máquinas, isto é, à sua ocupação efetiva durante essa semana de estudo. Representou-se a verde a percentagem de horas ocupadas e a azul o tempo que as máquinas não estiveram em funcionamento.

Para a área da expedição, o responsável de produção definiu que seria importante os operadores conseguirem distinguir claramente a quantidade de encomendas expedidas em tempo útil daquelas que sofreram algum tipo de atraso. Para que esta distinção fosse exequível introduziu-se, também, um velocímetro medidor do número de dias de atraso. Como é expectável, o objetivo será sempre não ocorrerem atrasos e o velocímetro apontar o mais para a direita possível, na zona verde, portanto.

Para a manutenção apresenta-se, novamente, um velocímetro que mostra se as manutenções preventivas agendadas estão, ou não, a ser cumpridas. Permite também ter uma maior perceção das ocorrências de paragens não planeadas de forma mais simplista e evidente.

Para avaliar a qualidade dos produtos que estão a ser produzidos é fundamental analisar-se a taxa de *rework* existente nas três linhas e identificar quais as inconformidades comuns.

4. Conclusão

4.1. Conclusões finais

O projeto tinha como finalidade a recolha de dados e síntese de informações que auxiliassem e simplificassem a tarefa do planeamento. Com este estudo, verificou-se que a maior lacuna existente era a falta de tempos-padrão da produção dos artigos produzidos pela empresa.

Uma vez que a empresa se encontra numa fase de grande crescimento e com um aumento substancial de encomendas, surgiu a necessidade de definir um planeamento rigoroso e uma produção cada vez mais controlada.

Um sistema de informação para o planeamento e controlo da produção é cada vez mais um instrumento essencial nas tomadas de decisões por parte das empresas, uma vez que estas passam a ser sustentadas de forma real e fiável.

Este tipo de sistemas de informação dedicado ao planeamento não pode ser universal nem transversal a todas as empresas. Cada empresa tem o seu método de trabalhar (o que as distingue das demais) e portanto, os seus sistemas devem ser desenvolvidos e adaptados de acordo com as suas necessidades.

A recolha dos tempos-padrão foi vista como um foco urgente para a direção geral e, portanto, entendeu-se que seria de grande interesse definir o método para a recolha de dados dos vários artigos produzidos pela Exatronic. Assim, foi definido que seria usado o método da cronometragem para artigos em que a produção é mais frequente (existe a necessidade de uma maior precisão nestes casos devido ao impacto associado) e para os artigos com pouca incidência seriam analisadas as ordens de produção aquando da sua finalização, com base no histórico de registos.

Os operários passaram a ter conhecimento das suas tarefas, no que respeita ao processo produtivo, contudo não conheciam a importância e a necessidade de estes registos serem os mais fidedignos possíveis. Foi-lhes apresentado e explicado um novo *template* que lhes permite de uma forma mais simples efetuar o registo das várias tarefas, não conformidades encontradas e quantidades já produzidas. Os registos são-lhes também úteis para posterior consulta.

À medida que a recolha de tempos-padrão foi sendo implementada, foram-se introduzindo objetivos para as várias produções. Assim sendo, os operadores foram adquirindo um conhecimento mais aprofundado da produção. Como consequência tivemos

operadores mais motivados e entusiasmados com a introdução de novas variáveis, visto a monotonia associada à tarefa ter sido, de alguma forma, ultrapassada. Nos registos iniciais verificava-se uma grande disparidade nos tempos registados. Esta era uma consequência da ausência de conhecimento por parte dos operadores. Com o conhecimento claro dos objetivos percebeu-se que os tempos passaram a ser relativamente constantes e sofreram melhorias face aos tempos iniciais, sem que nunca a qualidade do produto fosse descurada. Deste modo, a medida implementada não só foi uma melhoria na fase de produção, como também na satisfação e vontade de cumprir objetivos por parte dos recursos humanos alocados às diferentes tarefas.

A base de dados desenvolvida encontra-se operacional e conta com cerca de 500 referências de artigos produzidos pela Exatronic. As folhas de cálculo que trabalham com esta base de dados também se encontram funcionais e cumprem os requisitos da direção geral, nomeadamente, conhecer qual a taxa prevista para a ocupação da linha, apresentada de forma mensal e entre datas. Esta informação permite que o responsável pelo planeamento e o diretor geral tomem decisões de forma antecipada. Estas deliberações prendem-se com o reagendamento de datas de entrega com os clientes, a necessidade de horas extras ou até mesmo de contratar novos recursos.

4.2. Desenvolvimentos futuros

Encontra-se em desenvolvimento (fase final), uma nova folha de cálculo para a duração das encomendas. Como mencionado anteriormente, a folha de cálculo desenvolvida não desempenha a função na sua plenitude e necessita de ajustes manuais uma vez que não é capaz de considerar fins de semana, feriados e férias obrigatórias. Neste momento, a folha criada para além de já conseguir ultrapassar estas dificuldades consegue sugerir em que dia e em que hora cada tarefa deve ser desempenhada, auxiliando assim o *scheduling* da produção. Esta folha encontra-se em fase final de implementação e apenas faltam ajustes finais e introdução do Gráfico de *Gantt* para auxiliar a visualização da programação.

Como sugestão e desenvolvimento de melhoria, recomenda-se que a empresa invista num sistema para recolha de dados da produção. Apesar de os registos serem bastante fidedignos, os dados têm que ser todos analisados manualmente, tornando-se uma tarefa exaustiva e ingrata para quem a desempenha. Com um sistema responsável pela recolha dos dados do chão-de-fábrica, conseguir-se-ia, em tempo real, conhecer em que estado estava cada ordem de fabrico e rapidamente se conseguiria tomar decisões que poderiam permitir atenuar principais focos de problemas. Com o sistema atual, os eventuais problemas que

possam ocorrer na produção do produto, apenas serão detetados quando finalizadas as suas produções e só aí se conseguirá atuar. Assim, os problemas encontrados apenas são resolvidos futuramente, quando ocorrer uma nova encomenda do mesmo produto por parte do cliente. Esta lacuna faz com que o trabalho acabe por regredir, na medida em que estaremos sempre à espera do erro para o ultrapassar ao invés de o antecipar.

Seria também importante desenvolver ou adquirir um módulo de ERP para o planeamento. Apesar de as folhas de cálculo trabalharem com informação gerada pelo ERP utilizado pela empresa, é da opinião da autora que as diversas aplicações desenvolvidas deveriam estar integradas no sentido de garantir que o fluxo de informação seja eficiente e consistente para toda a empresa.

Do ponto de vista da autora, este projeto foi bastante enriquecedor uma vez que permitiu colocar em prática muitos dos conceitos teóricos previamente adquiridos ao longo da formação académica. A realização deste projeto permitiu, sem dúvida, uma melhoria a nível pessoal e profissional, na medida em que demonstrou a sua utilidade, não só na aquisição de conhecimentos como também na sua partilha com os colegas de trabalho da produção, e, por conseguinte, melhorar o grau de satisfação dos mesmos no desempenho das suas tarefas diárias. A autora considera, também, que este trabalho foi uma mais-valia que se estendeu a outras áreas da empresa. De um modo geral as várias áreas da empresa (compras, financeira, recursos humanos, industrialização) estão todas interligadas e, assim, com este projeto gerou-se uma onda de pensamento/ação capaz de permitir a resolução de alguns problemas que afetam a produção, mas que se iniciam muito antes de o produto chegar à sua conceção e/ou desenvolvimento.

5. Referências

- Badawy, M., El-Aziz, A. A. A., Idress, A. M., Hefny, H., & Hossam, S. (2016). A survey on exploring key performance indicators. *Future Computing and Informatics Journal*, 1(1–2), 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.fcij.2016.04.001>
- Cichos, D., & Aurich, J. C. (2016). Support of Engineering Changes in Manufacturing Systems by Production Planning and Control Methods. *Procedia CIRP*, 41, 165–170. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.12.049>
- Exatronic. (2015). Manual de Acolhimento.
- Fuchigami, H. Y., & Rangel, S. (2017). A survey of case studies in production scheduling: Analysis and perspectives. *Journal of Computational Science*, 25, 425–436. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2017.06.004>
- Guerrini, F., Belhot, R., & Junior, W. (2014). *Planejamento e Controle da Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier Ltd.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). Operations Management, Global Edition. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Jovan, V., Zorzut, S., & Znidarsic, A. (2006). Utilization of Key Performance Indicators in Production Control. *IFAC Proceedings Volumes*, 39(14), 173–178. <https://doi.org/10.3182/20060830-2-SF-4903.00031>
- Kanellou, A., & Spathis, C. (2013). Accounting benefits and satisfaction in an ERP environment. *International Journal of Accounting Information Systems*, 14(3), 209–234. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2012.12.002>
- Landmann, R., & Erdmann, R. H. (2011). Uma abordagem heurística para a programação da produção na indústria de fundição com utilização da lógica fuzzy. *Gest. Prod.*, 18(1), 119–129.
- Lindberg, C. F., Tan, S., Yan, J., & Starfelt, F. (2015). Key Performance Indicators Improve Industrial Performance. *Energy Procedia*, 75, 1785–1790. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.474>
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182, 466–473. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>
- Peinado, J., & Graeml, A. (2007). *Administração da Produção*. Curitiba: UnicenP.
- Pham, T., & Liao, J. (2008). DSN Performance Dashboards. *SpaceOps 2008 Conference*, 1–

7. <https://doi.org/10.2514/6.2008-3494>

Reuter, C., Brambring, F., Hempel, T., & Kopp, P. (2017). Benefit Oriented Production Data Acquisition for the Production Planning and Control. *Procedia CIRP*, 61, 487–492. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.142>

Simchack, M., & Martins, L. (2011). Análise da eficácia de Ferramentas para a melhoria e controle de processos em uma indústria. *Simpósio de Engenharia de Produção*.

Retrieved from http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_stp_135_861_18210.pdf,

Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A., & Johnston, R. (2006). Administração da Produção, 277–302. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Stevenson, W. J. (2015). *Operations Management*. McGraw-Hill Higher Education. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-00183-4>